Beiträge

zur

experimentellen Laryngoskopie.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung

der

Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium

von

Dr. Johann Säxinger

o. ö. Professor der Geburtshilfe und Vorstand der geburtshilflich-gynäkologischen Klinik zu Tübingen

vorgelegt

von

Hermann Vierordt

aus Tübingen.

Tübingen,

Druck von Ludwig Friedrich Fues.

1876.

I. Messung der Dimensionen am lebenden Larynx.

Das Bedürfniss, die Stellungen der Einzeltheile des lebenden Larynx möglichst genau auszumessen, führte mich, nach dem Vorgange von Mandl und Merkel, auf den Gebrauch graduirter Kehlkopfspiegel. Auch der Zeichner, der selbst bei grösster Übung und Geschicklichkeit vor nicht unerheblichen Fehlern in Projicirung räumlicher Dimensionen keineswegs geschüzt ist, könnte die graduirten Spiegel mit Vortheil gebrauchen.

Türck [1]) hielt bei seinen Messungen einen Massstab neben den Kopf des zu Laryngoskopirenden und blickte abwechselnd auf den Kehlkopfspiegel und die Theilung, ein Verfahren, das wohl keine Nachahmung gefunden hat und später von Türck selbst durch ein anderes ersezt worden ist [2]). Bei lezterem wird ein getheilter Draht möglichst symmetrisch vor den Kehlkopfspiegel gehalten, so dass, während auf den lezteren geblickt wird, an der davor befindlichen Theilung die Dimensionen abgelesen werden. Der Umstand, dass hierbei durch den Draht eine freie Übersicht über den Larynx unmöglich gemacht wird, und statt einer Hand beide beschäftigt werden, macht auch diese Methode um so weniger empfehlenswerth, als der Draht schwerlich immer in einer constanten Entfernung vom Spiegel und eine mit lezterem genau parallele Stellung gebracht werden

1) Klinik der Krankheiten des Kehlkopfes und der Trachea. Wien 1866, pag. 142.

2) L. c. pag. 582.

kann. Eine Proportionalität zwischen den Theilstrichen des Spiegels und den Dimensionen des Kehlkopfes ist bei diesen Versuchsbedingungen wohl nicht zu erwarten.

Mandl und Merkel haben mit graduirten Spiegeln operirt; der leztere[1]) benutzte Glasspiegel, die den Übelstand haben, dass die Theilstriche doppelt erscheinen. Dies wird vermieden, wenn man die weniger dicken und bei den kleinen Dimensionen des Schlundkopfes unseres Versuchsthieres, der Kaze, allein anwendbaren Stahlspiegel gebraucht, die allerdings weniger Licht reflectiren, als Glasspiegel, gleichwohl aber bei ausgiebiger Erleuchtung und richtiger Stellung der Lampe Bilder von vollkommen genügender Helligkeit geben. Ich liess mir besondere Spiegel zur Messung der Längs- und Querdimensionen anfertigen; für leztere haben die Theilstriche, nach Einbringung des Spiegels in den Schlundkopf, eine vertikale, für erstere eine horizontale Richtung. Die zur Messung der Querdimension gebrauchten Spiegel besizen 10, verhältnissmässig feine, je um 1mm abstehende, geschwärzte Striche, während die etwas gröberen Theilstriche der die Längsdimension messenden Spiegel je um 2mm von einander entfernt sind. Die Striche der leztgenannten Spiegel rücken, bei der gewöhnlichen Neigung derselben, für das beobachtende Auge sehr nahe zusammen und würden, bei blos 1mm gegenseitigem Abstand, die Ablesung wesentlich erschweren. Hälften, bei den Quermessungen auch Drittel und selbst Viertel der Spatien lassen sich noch erkennen, und das Auge gewinnt bei beharrlicher Übung auch für diese Aufgaben eine solche Sicherheit, dass die Wiederholung der Messungen gut übereinstimmende Resultate liefert. Jeder Theilstrich hat eine Länge von

1) Functionen des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1862, pag. 5.

2mm bei den zu den Quermessungen und von 1½mm bei den zu den Längsmessungen dienenden Spiegeln; je der fünfte Strich ist, der bequemeren Ablesung halber, etwas länger.

Der Abstand des beobachtenden Auges vom Kehlkopfspiegel ist ca. 20cm, der des Spiegels von der Stimmrize der Kaze durchschnittlich etwa 45mm. Ein für die Längsmessung dienendes Spatium entspricht 1,73mm objectiver Larynxdimension (45° Neigung des Spiegels gegen die Oberfläche der Stimmbänder vorausgesezt); ein zur Quermessung dienendes repräsentirt 1,22mm Larynxdimension. Für 18cm Abstand des Auges vom Spiegel würden obige Werthe der Spatien nur wenig, d. h. auf 1,77 und 1,24mm verändert. Legt man einen Massstab horizontal unter den graduirten und gehörig fixirten Spiegel, so findet man, dass bei mässigen Veränderungen sowohl des mittleren Spiegelabstandes (45mm) vom Massstab, als auch des Neigungswinkels des Spiegels gegen den Massstab und der Entfernung des Auges vom Spiegel das Verhältniss der Spatien des lezteren zu denen des Massstabes nur wenig merklich sich ändert.

Der Geübte ist recht wohl im Stande, die Spiegeltheilung in seine mittlere Sehweite, d. h. in einen nahezu constanten Abstand vom Auge zu bringen und die Spiegelfläche so zu halten, dass sie wirklich rechtwinklig zur Medianebene des Kehlkopfes steht. Meine laryngoskopischen Messungen ergeben auch eine recht befriedigende Übereinstimmung mit den später regelmässig ausgeführten Messungen am auspräparirten Larynx der Versuchsthiere.

Nach dem Vorgange von G. Schmidt, welcher zuerst die Laryngoskopie an Thieren zu experimentellen Zwecken angewandt hat [1]), benüzte ich zu meinen

1) Die Laryngoskopie an Thieren. Tübingen 1873.

sämmtlichen Versuchen, welche ich im hiesigen physiologischen Institute anstellte, die Kaze, die aus verschiedenen Gründen als das beste laryngoskopische Versuchsthier betrachtet werden kann.

Die drei Abtheilungen der Stimmrize der ausgewachsenen Kaze zeigen, am todten Larynx gemessen, folgende Durchschnittswerthe in Millimetern:

	Schmidt.	Meine Messungen. (Endmittel aus zahlreichen Einzelmessungen an 8 Thieren.)
Stimmband	5	5,08
Processus vocalis . . .	2—2,5	2,82
Aryknorpel	4,0	4,0
Gesammtlänge der Stimmrize	11—12	11,9

Dabei kommen aber zahlreiche individuelle Abweichungen vor. Am wenigsten d. h. zwischen 3,8 und 4,3^{mm} variirte die Länge des Aryknorpels [1]) (Glottisplatte des Aryknorpels nach Schmidt); die Länge des eigentlichen Stimmbandes wechselt zwischen 4,5—6^{mm}; aus naheliegenden Gründen ist gerade diese Messung am Cadaver die am wenigsten zuverlässliche. Die stärksten Variationen, 1,9—3,67^{mm}, zeigt die Länge des auch am Leichnam sehr genau messbaren processus vocalis.

Die individuellen Abweichungen der drei Einzeltheile compensiren sich aber gegenseitig, so dass die Gesammt-

1) In einem Falle kam die, natürlich schon bei der vorhergegangenen laryngoskopischen Untersuchung (s. u. VIII. Versuch II) mir aufgefallene, Anomalie vor, dass die Glottisplatte des Aryknorpels linkerseits um fast $^1/_4$ länger war, als rechts. Diese Verlängerung bezog sich aber nur auf das vordere, über dem processus vocalis liegende, Ende der Platte, das zugleich etwas nach der Seite ausgebogen war. Die Processus vocales hatten beiderseits dieselbe Länge.

länge der Stimmrize, sei sie durch direkte Messung oder durch Zusammenzählen der 3 Einzelwerthe erhalten, in meinen 8 Fällen nur zwischen 11,0 und 12,2mm schwankte. Einem kürzeren Processus vocalis entspricht immer eine grössere Länge des eigentlichen Stimmbandes und umgekehrt. Erhebliche Unterschiede der durchschnittlichen Gesammtlänge der Stimmrize in beiden Geschlechtern konnte ich nicht finden. Der Processus vocalis scheint in Käzinnen etwas kürzer zu sein.

Das Larynxbild der lebenden Kaze im Zustand der vollendeten Inspiration wird besonders bestimmt durch den Abstand zwischen den vorderen Enden beider Aryknorpel (Glottisplatte der Aryknorpel nach Schmidt), ferner den Abstand zwischen den hinteren Enden derselben und die Entfernung beider processus vocales, welche in der Kaze merklich nach einwärts prominiren.

Ich erhielt an 11 Versuchsthieren für die bezüglichen Dimensionen folgende Werthe (in Millimetern); es versteht sich, dass die Dimensionen in demselben Thiere erheblich schwanken je nach dem Athmungsbedürfniss.

		Abstand der Vorderenden der Aryknorpel.	Abstand d. hinteren Enden d. Aryknorpel	Abstand beid. processus vocales.
I.	♀ 1,96 K. schw.	4,88 — 7,32	1,22	3,66
II.	♂ 3,24 Kg.	7,9	1,83	3,6 — 4,27
III.	♂ 2,89 Kg.	6,1	—	3,6
IV.	♂ 2,39 Kg.	6,1	1,22	—
V.	♀ 3,36 Kg.	6,1	1,22 — 1,52	2,4 — 3,6
VI.	♀ 1,70 K. s. jng.	3,7 — 4,88	—	2,44
VII.	♀ 4,22 Kg.	5,8 — 7,3	—	2,4 — 3,1
VIII.	♀ 3,93 Kg.	4,27 — 4,8	—	2,14
IX.	♂ 2,39 Kg.	6,1	1,22	1,83
X.	♂ 2,79 Kg.	6,71 — 7,32	1,32	2,4 — 3,1
IX.	♀ 3,29 Kg.	6,1	—	2,4

II. Durchschneidung eines Musc. crico-thyreoideus.

G. Schmidt [1]) bewirkte die einseitige Lähmung dieses Muskels in der Kaze vermittelst Durchschneidung entweder des oberen Kehlkopfsnerven oder des Muskels selbst.

Am Ende der Inspiration war eine etwas stärkere Drehung des Aryknorpels der operirten Seite nach aussen wahrzunehmen; diese Asymmetrie war bei starken Inspirationen deutlicher, als bei schwächeren. Vom Stimmband der operirten Seite sagt Schmidt, es sei etwas länger geworden, ein Ausdruck, der nicht glücklich gewählt ist und zu Missverständnissen geführt hat. Wegen der stärkeren Rotation des Aryknorpels nach aussen überblickt man nämlich noch eine kleine Partie der hinteren Insertionsstelle des Bandes (am Processus vocalis), die der weniger nach aussen rotirte Knorpel nicht erkennen lässt [2]). Die, von einer etwas tieferen und weniger reinen Stimme begleitete, Intonationsstellung ergab keine Anomalie der Stimmrize, wohl aber ein etwas stärkeres Erzittern des Bandes der operirten Seite. Leztere Erscheinung erklärt sich unschwer aus der unter diesen Umständen geminderten Fixation des Stimmbandes; auch die von Schmidt gemachte Beobachtung, dass das andere Stimmband die zum Glottisschluss nöthige Bewegung etwas schneller ausführt, als das der operirten Seite, dürfte auf dieselbe Ursache zurückzuführen sein.

Schech [3]) fand am Hunde bei einseitiger Lähmung des Musc. crico-thyreoideus keine Abweichungen des re-

1) Laryngoskopie an Thieren, pag. 41 und 49.
2) Schmidt l. c. Taf. II. Fig. IV. a.
3) Zeitschrift für Biologie, IX. Band 1873. pag. 277.

spirirenden Kehlkopfes, dagegen in der Intonationsstellung eine leichte concave Ausbuchtung der vorderen Hälfte des entsprechenden Stimmbandes. Auch war das intonirende Stimmband „etwas“ kürzer, als auf der gesunden Seite, ein Unterschied, der übrigens in Schech's Abbildung Taf. II. Fig. I. kaum bemerklich ist[1]).

An einem 2,39 Kgr. schweren Kater durchschnitt ich den rechten M. crico-thyreoideus; das Thier gelangte, weil nach der Operation eine reichliche Schleim- und Speichelsecretion eintrat, erst 7½ Stunden später zur laryngoskopischen Untersuchung. Die Stimme war tiefer und und etwas unrein geworden. In der Inspirationsstellung war die, von Schmidt beschriebene, schwache Rotation des Aryknorpels der rechten Seite (am Ende der Inspiration) nicht zu verkennen. Auf die von Schech erwähnte, schwache concave Ausbuchtung des intonirenden Stimmbandes verwandte ich besondere Aufmerksamkeit. Die Intonationsstimmrize war durch die einander berührenden Processus vocales in zwei Abtheilungen gesondert, und schien die vordere Abtheilung in der That um ein Minimum breiter zu sein, als normaliter. Aber schon 24 Stunden nach der Muskeldurchschneidung fanden sich keine erkennbaren Abweichungen von der Norm mehr vor.

---

1) Alles, was Schech (l. c. pag. 295) gegen die Schilderung bemerkt, welche Schmidt von dem intonirenden Larynx gegeben hat, beruht auf einem Irrthum, indem er die Beschreibung und Abbildung der Stimmbandstellung beim schnurrenden Geräusch auf die Intonationsstellung bezieht. Dieses Missverständniss ist um so unerklärlicher, als Schmidt, wie oben erwähnt, die wahre Intonationsstellung deutlich beschreibt.

III. Durchschneidung eines Musc. hyo-thyreoideus.

Der Musc. hyo-thyreoideus entspringt beim Menschen vom äusseren Theil des Zungenbeinkörpers und der vorderen Hälfte des grossen Zungenbeinhornes und inserirt längs der von hinten oben nach vorne unten absteigenden Linea obliqua an der Aussenfläche der Platte des Schildknorpels.

Da die Lage der Insertionsstellen des Muskels vermöge der allseitigen Beweglichkeit des Zungenbeines und des Schildknorpels eine veränderliche ist und zahlreiche Muskelkräfte auf die Stellungen sowohl des Knorpels, als des Knochens, von Einfluss sind, so ist die Erkennung der Funktionen des M. hyo-thyreoideus mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Dass derselbe beide Insertionsstellen etwas nähert, also auch das Ligamentum hyo-thyreoideum erschlafft, dass er den Schildknorpel nach aufwärts zieht, wenn das Zungenbein fixirt ist, oder bei fixirtem Schildknorpel umgekehrt wirken könne, versteht sich von selbst, und es ist dies nichts, als eine blosse Umschreibung des Muskelverlaufs. Nur die genaue Angabe der Umstände, unter welchen solche Bewegungen wirklich gemacht werden, namentlich aber die Messungen der gleichzeitigen Verkürzungsgrade des blossgelegten Muskels, können von Werth sein und auf Beweiskraft Anspruch machen. Nach Merkel [1]) dreht der Muskel, bei fixirtem Zungenbein, den Schildknorpel um die durch die Unterhörner des Schildknorpels gelegte quere Achse nach aufwärts, wodurch das

1) Anatomie und Physiologie des Stimm- und Sprachorganes, Leipzig 1857, pag. 126.

pomum Adami unter das Zungenbein gezogen, das Ligamentum conicum gedehnt und der Abstand zwischen dem unteren Schildknorpelrand und dem oberen Rande des Ringes des Ringknorpels vergrössert, somit auch der Kehlkopfraum sammt den Stimmbändern von vorn nach hinten verkürzt wird. Indem Merkel, der gewöhnlichen Ansicht gemäss, den Musc. crico-thyreoideus den Schildknorpel gegen die cartilago cricoidea ziehen, dadurch die Stimmbänder stärker spannen und den Stimmton steigen lässt, erklärt er den Hyo-thyreoideus für einen Antagonisten des Crico-thyreoideus.

Am blossgelegten Kehlkopfe des so eben getödteten Thieres lässt sich diese Wirkung des Muskels leicht erkennen. An der Kaze habe ich, sogleich nach dem durch Leuchtgas bewirkten Tod, nach Durchschneidung der Sterno-hyoidei und Sterno-thyreoidei die Elektroden beiderseits auf den Muskel gesezt und regelmässig die Halbdrehung des Schildknorpels mit Näherung desselben an das Zungenbein gesehen. Schon die einseitige Reizung des Muskels hatte diesen Erfolg. Für sich allein, wie unter diesen künstlichen Versuchsbedingungen, kommt aber der Muskel wohl niemals in Thätigkeit, so dass nicht entfernt behauptet werden kann, dass diese, den Schildknorpel nach aufwärts drehende, Wirkung im Körper jemals vorkomme. Mir selbst wenigstens ist es nie gelungen, an meinem eigenen, von aussen sehr leicht durchzutastenden, Kehlkopfe, unter den verschiedensten Umständen, beim Sprechen, Singen, Husten, Schlucken etc., neben der Lokomotion des Larynx in toto, eine Drehbewegung des Schildknorpels nachzuweisen.

Auch Merkel bezeichnet die physiologischen Bedingungen nicht näher, bei welchen diese Wirkung des Hyo-thyreoideus vorkommt, wohl aber spricht er später

(l. c. pag. 671—78) ausführlich von einer anderen Wirkung des betreffenden Muskels, die der eben angegebenen völlig entgegengesezt ist. Hohe Töne sind bekanntlich mit einem Aufwärtssteigen des Kehlkopfes verbunden, wobei aber zugleich, nach Merkel, auch das Zungenbein nach (aufwärts und) vorwärts tritt. Merkel lässt nun den M. hyo-thyreoideus bis zu dem Grade wirken, dass der obere Schildknorpelrand das Zungenbein berührt; die vorderen langen Fasern des Muskels könnten nunmehr nicht noch weiter sich verkürzen, wohl aber die hinteren, kürzeren Fasern. Dadurch werde der hintere Theil der Schildknorpelplatte gehoben, deren Vordertheil aber eine Hebeldrehung nach vorwärts und abwärts ertheilt, also auch, vermöge der entsprechenden, einen besonders starken Ausschlag gebenden Bewegung der Vorderinsertionen der Stimmbänder, die lezteren stark gespannt und der Stimmton erhöht. Diese Hebeldrehung des Schildknorpels nach vorwärts und abwärts soll noch dadurch erleichtert werden, dass die Hörner des Zungenbeines mehr als der Körper desselben gehoben werden, so dass die besprochene Hebeldrehung des Thyreoidknorpels nach vorwärts-abwärts schon erfolgen könne, ehe die Berührung des Knorpels mit dem Zungenbein stattfinde.

Nach Despiney (Physiologie de la voix), den ich bloss nach Merkel citire, würde vordere und hintere Insertion der Stimmbänder in die Höhe gezogen bei unveränderter Lage der Mittelpartie, so dass die Bänder nach oben etwas concav erscheinen. Die dadurch vermehrte Spannung soll den Ton etwas erhöhen; auch soll die Stimmrize ein wenig weiter werden.

Die citirten, offenbar nur aus dem rein anatomischen Verhalten, nicht aus Untersuchung des lebenden Larynx gewonnene Angaben über die Wirkung des Hyo-

thyreoideus forderten mich zu Versuchen in dieser Richtung auf.

Versuch I. Einem 3 Kgr. schweren Kater durchschnitt ich den rechten Musc. hyo-thyreoideus.

Es trat eine geringe Vertiefung des Stimmtones ein: von *a'* bis nicht ganz *fis'* auf *f'* bis *e'*. Die Athemglottis zeigte keine auffallenden Veränderungen; die Abstände der Theile waren, abgesehen von einer unbedeutenden Näherung der Taschenbänder, dieselben geblieben. Zuweilen erschien die Glottis von birnförmiger Gestalt, wobei jedoch die beiden Hälften derselben nicht congruirten, da am Ende der Inspiration der linke [1]) Aryknorpel stärker nach aussen rotirt war. Die Intonationsstimmrize, beim intakten Thiere relativ breit, schien etwas enger zu sein; am linken Stimmband war (wie auch am gleichseitigen Taschenband) eine leichte Concavität zu erkennen; auch zeigte die Intonationsstimmritze, durch geringes Hinübertreten des linken Aryknorpels über die Mittellinie, eine unbedeutende Knickung.

Der Stimmton hob sich schon innerhalb der nächsten zwei Tage auf die ursprüngliche Höhe; die Knickung der Stimmrize und Ausbuchtung des linken Stimmbandes verschwanden im Laufe der ersten Woche. Dagegen blieb die stärkere Auswärtsrotirung des linken Giesskannenknorpels am Ende der Inspiration bestehen; zugleich machte sich ein Vorstehen, d. h. eine minder ergiebige Aufrichtung des linken Aryknorpels bemerklich, Verhältnisse, die einen vollen Monat nach der Muskeldurchschneidung, als die Hautwunde vollständig verheilt war, und der Kehlkopf keine Spur von Reizung mehr zeigte, noch deutlich erkennbar waren.

---

1) In den ersten Tagen war es zuweilen auch der rechte Giessbeckenknorpel, der stärker nach aussen rotirt war, in der Folgezeit aber nur der linke.

Die Intonationsstimmrize gewann in den lezten vierzehn Beobachtungstagen, dem ursprünglichen Verhalten sich wieder nähernd, eine grössere Weite.

Versuch II. Einer jungen Käzin wurde der linke Musc. hyo-thyreoideus durchschnitten. Kurz nach der Operation zeigten sich einige Zeit lang während des Athmens starke Vibrationen des Aryknorpels (ohne schnurrendes Geräusch), wobei der linke grössere Excursionen machte.

Im Übrigen ergaben sich ähnliche Resultate, wie bei Versuch I: Vertiefung der Stimme, stärkere Auswärtsrotirung eines Aryknorpels (und zwar in den ersten Tagen mehr des linken, später auch des rechten), Vorstehen desselben bei der Intonation, anfangs leichte Knickung der Intonationsstimmrize (mit nach rechts offenem Winkel), die aber am Ende der ersten Woche verschwand.

Versuch III. Ich durchschnitt einer $1^1/_2$ Kgrm. schweren Kaze den rechten Musc. hyo-thyreoideus.

Sofort wurde die Stimme tiefer; die Aryknorpel zeigten im Anfange der ersten Untersuchung eine auffallende Beweglichkeit während des Athmens, und zwar besonders der rechte; der linke liess gleich nach der Operation und während der ganzen folgenden Beobachtungszeit eine stärkere Rotation nach aussen am Ende der Inspiration erkennen; ausserdem war die geringere Aufrichtung des linken Aryknorpels zu constatiren. Eine deutliche Knickung der Intonationsstimmrize vermochte ich nicht nachzuweisen, dagegen eine Verminderung der Kehlkopfmaasse; so betrug der Abstand der processus vocales am Ende der Inspiration statt 3^{mm} bloss 2,4; die Taschenbänder standen, während der Intonation, hinter der Epiglottis statt um $3{,}1^{mm}$ nur um 2,2, kurz vor der Insection an den Aryknorpeln statt um 1,3 blos um 1^{mm} von einander ab. Eine grössere Beweg-

lichkeit des rechten Giessbeckenknorpels war in den ersten Versuchstagen nicht zu verkennen, und es trat dies besonders deutlich hervor, als das Thier während des Athmens, wie es einmal vorkam, schnurrende Geräusche producirte.

Auch in diesem Falle blieb Auswärtsrotirung des linken Aryknorpels am Ende der Inspiration, sowie Vorstehen desselben bei der Intonation als stationärer Zustand zurück. Als Resultat der vorstehenden drei Versuche haben wir anzusehen: Vertiefung des Stimmtones, stärkere Auswärtsrotirung eines Aryknorpels und zwar (meist) des der nicht operirten Seite, geringere Aufrichtung desselben bei der Intonation.

Den übrigen, nur bei dem einen oder anderen Thiere, beobachteten Symptomen möchte ich keinerlei Bedeutung beilegen.

Freilich bieten auch die citirten, constanteren Symptone nichts Charakteristisches, wie es bei einem Muskel, der mit den Theilen der Glottis in keiner direkten Verbindung steht, zu erwarten war. Der Auswärtsrotirung eines Aryknorpels (allerdings der operirten Seite) sind wir schon bei Durchschneidung des Crico-thyreoideus begegnet. Das Vorstehen eines Aryknorpels bei der Intonation lässt sich des Genaueren nicht erklären. Dass die Durchschneidung eines Hyo-thyreoideus durch die Thätigkeit des intakt gebliebenen Muskels gewisse Veränderungen in der symmetrischen Stellung des Schild- zum Ringknorpel, soweit es nämlich die Mm. crico-thyreoidei gestatten, nach sich ziehen wird, verbunden vielleicht mit Änderungen im Abstande des vorderen Ansazes der Stimmbänder vom hinteren (an den Aryknorpeln) lässt sich zwar vermuthen, aber nicht direkt erweisen. Man könnte sich so die Stimmbänder, ohne Thätigkeit des eigentlichen Stimmbandmuskels, in einem

ungleichen Grade passiver Spannung denken, wodurch, bei sonst gleicher Innervation des Glottisöffners, der eine Aryknorpel bei seiner Auswärtsbewegung früher zur Ruhe kommen müsste, als der andere.

In ähnlicher Weise, so, dass der Thätigkeit des Aufrichters der Giesskanne auf der Seite des stärker gespannten Stimmbandes sich ein grösserer Widerstand entgegensetzte, könnte man sich das Vorstehen des Aryknorpels bei der Intonation zu erklären suchen.

IV. Durchschneidung beider Musculi crico-thyreoidei und hyo-thyreoidei.

Versuch I. Dem Kater, an welchem die Durchschneidung des rechten Musc. crico-thyreoideus vorgenommen war, mit den sub II. geschilderten Folgen, wurde Tags darauf auch der andere Crico-thyroideus, sowie beide Thyreo-hyoidei, durchschnitten.

Die Stimme wurde sofort tiefer und heiser; 6 Stunden darauf hatte sie einen eigenthümlich krächzenden Charakter angenommen und vertiefte sich im Verlaufe einer länger dauernden Intonation allmählich. Die Intonationsstimmrize verlief genau median, war aber weniger eng, als normaliter, und es zeigten die Stimmbänder bei der Intonation deutliche Vibrationen. Die bei diesem Thiere scharf ausgeprägten Taschenbänder erschienen einander sehr nahe gerückt.

Während der vier nächsten Tage erschwerte ein ziemlich heftiger Kehlhopfkatarrh die Untersuchung einigermassen; im Übrigen blieb alles unverändert: Stimme tief und heiser, Intonationsglottis breiter als gewöhnlich.

Vom sechsten Tage an begann das Thier, neben tiefen und heiseren, auch wieder reinere Töne zu produciren, zumal wenn es nicht beobachtet wurde; am

zehnten konnte kaum noch eine Abnormität der Stimme bemerkt werden, doch war eine Geneigtheit, tiefe Töne zu produciren, die übrigens oft rasch höheren Platz machten, während der ganzen Folgezeit nicht zu verkennen. Die Erweiterung der Intonationsstimmrize blieb bis zur Tödtung des Thieres (1 Monat nach der Muskeldurchschneidung) bestehen.

Versuch II. Einer, 3,96 schweren, Kaze wurden beide Musc. hyo-thyreoidei durchschnitten, wodurch die, vorher ausserordentliche feine, Intonationsstimmrize ein wenig breiter und die Taschenbänder einander genähert wurden; am folgenden Tage wurden auch beide Musc. crico-thyreoidei durchtrennt.

Das Thier athmete ruhig weiter; die Stimme aber wurde viel tiefer, unreiner, schwächer und oft meckernd; dabei zeigte die Stimmrize eine noch etwas grössere Breite, als nach Durchschneidung bloss der Hyo-thyreoidei. Bei einfachen starken Erspirationen, besonders aber auch bei Angabe tiefer Töne, zeigten sich starke Vibrationen der Stimmbänder (und des Velum pendulum). Producirte das Thier höhere Töne, welche übrigens nicht so häufig waren, als die tieferen, so erschien die Intonationsstimmrize annähernd normal. Der Abstand der Taschenbänder bei der Intonation, der nach Durchschneidung der Hyo-thyreoidei 4,27—4,88^{mm} betragen hatte, war auf 3,66^{mm} vermindert. Auch bei diesem Thier stellte sich ein heftiger Kehlkopfkatarrh ein; die Stimme wurde heiser und blieb unrein und schwach. — Bei der laryngoskopischen Untersuchung trat regelmässig ziemliche Dyspnoë auf, wesshalb das Thier, das auch verminderte Fresslust zeigte, am vierten Tage getödtet wurde.

(Der Larynx ergab ödematöse Schwellung, so dass

der linke ventriculus Morgagni verstrichen war; die vordere Halsmuskulatur war vereitert.)

Beide Versuche ergaben: sofortige Vertiefung (und später Heiserkeit) der Stimme, auffallend häufige tiefe Töne; auch dann, wenn wieder höhere angegeben werden können; geringere Feinheit der Intonationsstimmrize, deutliche Vibrationen der intonirenden Stimmbänder, erhebliche Näherung der Taschenbänder.

Die angegebenen Symptome dürften sich im Wesentlichen auf mangelhafte Fixation des Schildknorpels, also auch der vorderen Stimmbandinsertion, zurückführen lassen. Dass bei der Fixation die Mm. hyo-thyroidei nicht ganz ohne Bedeutung sind, beweist die etwas grössere Breite der Intonationsstimmrize und die Näherung der Tasohenbänder (Versuch II) nach Durchschneidung dieser Muskeln. Die deutlich sichtbaren Vibrationen der intonirenden Stimmbänder, die trotz erweiterter Stimmrize und schwächeren Anlautens ziemlich stark sind, demonstriren eine verminderte Spannung derselben unmittelbar. Dabei ist es nicht unwahrscheinlich, dass durch stärkere Innervation des Stimmbandmuskels selbst die erwähnten Anomalieen bei anhaltender Übung ausgeglichen werden können, und Versuch II, wo bald nach der Operation annähernd normale Intonationsstimmrize sich vorfand, macht dies sehr plausibel. Die Näherung der Taschenbänder dürfte sich vielleicht daraus erklären lassen, dass der Schildknorpel, nach Ausfall der Thätigkeit der durchschnittenen vier Muskeln der Wirkung des Thyreo-pharyngeus, der grösseren Portion des Constrictor pharyngis inferior, überlassen bleibt, der — theoretisch wenigstens lässt sich dagegen nichts einwenden und auch Merkel[1]) schreibt ihm diese Thä-

1) Stimm- und Sprachorgan, pag. 129.

tigkeit zu — den Kehlkopfraum in querer Richtung verkleinern würde. Da „das Zungenbein immer eben so weit offen steht, als der unter ihm liegende Schildknorpel“ (Merkel [1]), und wahrscheinlich auch die Divergenz der Zungenbeinhörner durch einzelne Überzungenbeinmuskeln (Mylohyoideus etc.) vermehrt werden kann, so darf es nicht auffallen, dass nach Durchschneidung der mit breiter Linie am Schildknorpel inserirenden Hyo-thyreoidei, die, wenn ich so sagen darf, den elastischen Schildknorpel ausgespannt erhalten, der gewiss nicht unkräftige Thyreo-pharyngeus zur Geltung kommt.

V. Ausübung eines Zuges auf den Schildknorpel.

Versuch I. Durch den Schildknorpel einer jungen, 1,7 Kgrm. schweren Kaze, wurde nahe an dessen oberem Rande ein Bindfaden quer durchgezogen und die so gebildete Fadenschlinge mit einer, über eine bewegliche Rolle geschlungenen und eine Wagschale tragenden, Seidenschnur in Verbindung gesezt. Die mit Gewichten beschwerte Schnur bewerkstelligte einen Zug in der Richtung gerade nach vorwärts uud etwas nach abwärts.

Die Wagschale wurde belastet mit:

50 gr., ohne merkliche Änderung des normalen laryngoskopischen Bildes; dann 2 Minuten lang mit 100 gr.; die Taschenbänder sind einander von beiden Seiten etwas genähert.

150 gr. Der Abstand der Taschenbänder hinter der Epiglottis bei der Intonation, in der Norm bei diesem Thiere 3,7^{mm} betragend, ist auf die Hälfte (1,8^{mm})

1) L. c. pag. 97.

reducirt. Beim Athmen ist die Glottis länglich und schmal, so dass der Abstand der Vorderenden der Aryknorpel (beim intakten Thiere 3,6—4,9mm) bloss 1,5mm beträgt. Dyspnoëtische Erscheinungen sind nicht vorhanden.

200 gr. Auch bei gewöhnlicher Respiration berühren sich die vorderen Enden der Stimmbänder. Bei der Intonation erscheint die Stimmrize sehr fein; zugleich sind die Aryknorpel in grösserer Ausdehnung sichtbar, als unter gewöhnlichen Verhältnissen.

Die Belastung wurde jetzt auf

250 gr. und schliesslich auf

300 gr. gesteigert. Das Spiegelbild des Larynx war jezt wesentlich verändert und auf den ersten Blick nicht leicht zu deuten. Es schoben sich nämlich jezt die beiderseitigen plicæ ary-epiglotticæ in Gestalt zweier scharf ausgeprägten Prominenzen gegen die Medianlinie vor, so lange der Zug bestand. Die rechte Falte prominirte etwas stärker (was in einem nicht ganz zur Medianlinie symmetrischen Durchziehen des Bindfadens seinen Grund haben mag) und erreichte fast das Vorderende des intonirenden rechten Giessbeckenknorpels. Während der Dauer des Versuches zeigte das Thier keine Dyspnöe und intonirte oft und mit unveränderter Stimme.

Am folgenden Tage wurde die Kaze mittelst Leuchtgas getödtet, und am Cadaver der Versuch auf die oben angegebene Weise wiederholt. — Schon bei einer Belastung von 200 gr. traten die plicæ ary-epiglotticæ in den Kehlkopfraum vor; die stärker prominirende rechte näherte sich bis auf 1,8mm der Medianlinie; wurde die Belastung auf 300 Gr. gesteigert, so trat Näherung bis auf 1,2mm ein.

Versuch II. Durch den Schildknorpel einer 4,22

Kgr. schweren Käzin wurde in ähnlicher Weise, wie bei dem vorigen Versuchsthiere, eine Fadenschlinge gelegt und, mit kurzen Unterbrechungen, über $^3/_4$ Stunde lang die Wagschale mit zunehmend grösseren Gewichten belastet.

Es wurden aufgelegt:

100 gr. 8 Minuten lang. Das Stimmband ist in grosser Breite sichtbar. Beginnt der Zug auf den Larynx zu wirken, so hebt sich das Spiegelbild, zum Beweise, dass der Larynx nach vorne gezogen wurde. Der Abstand der plicæ ary-epiglotticæ, die etwas geschwellt erscheinen, beträgt hinter der Epiglottis 6,1mm, die Entfernung vom hinteren Ende der Aryknorpel bis zum hinteren Epiglottisrand (am Ende der Inspiration) 10,4mm, nach Aufhören des Zuges 8,6mm.

200 gr., $10^1/_2$ Minuten lang, wobei nach $4^1/_2$ Minuten eine kurze Pause eintritt. Stimmton, beim intakten Thier meist a', ist unbedeutend gesunken auf g'. Die Stimmbänder sind in ihrer ganzen Länge sichtbar. Der Abstand der vorderen Enden der Aryknorpel am Ende der Inspiration ist = 4,9—5mm (in der Norm bei diesem Thier 5,8—7,3mm), der der ary-epiglottischen Falten hinter der Epiglottis = 4,9mm.

300 gr., 5 Minuten lang. Stimmton a' und g'. Die plicæ ary-epiglotticæ haben sich bis auf 3mm genähert.

400 gr., $13^1/_2$ Minuten lang, wobei nach 10 Minuten eine kleine Pause. Stimmton ist nicht verändert. Die Vorderenden der Aryknorpel am Ende der Inspiration stehen um 2,4mm von einander ab. Die ary-epiglottischen Falten sind einander sehr nahe gerückt und begrenzen einen stundenglasförmigen Raum, eine Art rima plicarum, in deren Grunde, weil die linke Falte weniger prominirt, ein Theil des linken Stimmbandes sichtbar ist.

Schliesslich wurde mit

500 gr. 3 Minuten lang belastet. Die beiden plicae erscheinen nach links convex (die rechte der Medianlinie näher) und stellen eine annähernd halbmondförmige Spalte her, deren Convexität nach links gerichtet ist. Der Stimmton ist nicht merklich alterirt.

Am folgenden Tage wurde das Thier getödtet, und an dem, sammt der Speiseröhre auspräparirten und gehörig fixirten Larynx der Versuch wiederholt. — Schon bei relativ geringer Belastung traten die plicæ aryepiglotticæ vor, und ihre Näherung kam, wie deutlich zu sehen war, dadurch zu Stande, dass während des Bestehens des Zuges die Basis des Kehldeckels nach vorn unter das Zungenbein gezogen wurde. — Die Länge der Stimmrize betrug bei 100, wie 200 gr. Belastung 12mm.

Diese beiden Versuche wurden in der Absicht angestellt, namentlich die Formen des Corpus des Stimmorganes bedeutend zu verändern. Die gegenseitigen Abstände der Aryknorpel und Stimmbänder können bei den gegebenen Versuchsbedingungen nicht wohl alterirt worden sein; nur bei vorheriger absoluter Fixation der Aryknorpel wäre eine gesteigerte (physikalische) Spannung der Stimmbänder denkbar; dem nach vorne und abwärts gezogenen Thyreoidknorpel folgt aber vielmehr der Larynx in toto (sammt den Aryknorpeln) durch Dehnung der rückwärtigen Befestigungen desselben.

Die Wirkungen des angebrachten Zuges waren: erhebliche Näherung der Taschenbänder, Verschmälerung der Athemglottis (ohne dyspnoëtische Erscheinungen), also auch Näherung der Vorderenden der Aryknorpel. Die lezteren waren, in Folge des Zuges nach vorwärts, besser sichtbar als normaliter.

Bei starken Belastungen entsteht die geschilderte bedeutende Näherung der ary-epiglottischen Falten gegen

die Medianlinie hin, ohne dass die respiratorischen Funktionen irgendwie gestört werden.

Troz der Näherung der Taschenbänder und der durch die hereintretenden plicæary-epiglotticæ hervorgebrachten, ganz abnormen Configuration des untersten Theiles des Corpus des Stimmorganes war die Stimme in ihrer Höhe nicht verändert, aber auch in der Stärke und im Timbre zeigten sich, so viel ich beurtheilen kann, keine merklichen Unterschiede.

J. Müller's Forschungen haben bekanntlich dargethan, dass das Corpus des Stimmorganes bei Weitem nicht den grossen Einfluss auf die Larynxtöne hat, welcher an dem Corpus von musikalischen Zungenwerken durch W. Weber u. A. beobachtet worden ist. Müller's Versuche am auspräparirten Kehlkopf führten zum Resultat, dass künstliche Veränderungen der Form und Länge des Corpus, selbst das Anbringen starrer Ansazröhren über dem Kehlkopf, die Höhe des Larynxtones nicht wesentlich alterirt, sondern blos den Timbre und noch mehr die Stärke der Töne vermindert. In meinen Versuchen blieben sogar die beiden lezteren Qualitäten des Tones unverändert. Dabei ist nicht zu vergessen, dass J. Müller die Stärke des Kehlkopftones in der Gewalt hatte (an dem auspräparirten Organe), während sie in meinen Versuchen von der Willkür des Thieres abhieng.

Am auspräparirten Larynx der Kaze erhielt G. Schmidt [1]) bei variabler Bänderspannung (durch Zug an den Aryknorpeln bei fixirter cartilago thyreoidea) 3 volle Octaven grossentheils sehr reiner Töne von a bis a^3. Um a' zu erhalten, musste an den Aryknorpeln ein Zug von 150 gr. angebracht werden. — In meinem

1) Laryngoskopie an Thieren, pag. 105.

zweiten Fall blieb der Ton a' auch bei total verändertem Corpus auf seiner normalen Höhe a' oder sank höchstens um einen Ton.

VI. Starke Dehnung eines Nervus vagus. Vorübergehende Lähmung des entsprechenden Stimmbandes.

An einem kräftigen, 3,24 Kgr. schweren Kater wurde der rechte N. vagus unterhalb des Ringknorpels in längerer Strecke blossgelegt und mit einem breiten metallenen Häkchen gefasst, so dass der Nerv im Grunde desselben lag. Das Häkchen sammt dem Nerven wurde durch eine Schnur hervorgezogen, welche über eine leichtbewegliche Rolle geschlungen war und an ihrem Ende eine kleine Wagschale trug. Während einer 3 Minuten lang dauernden Dehnung des Nerven mittelst 50, auf die Wagschale gelegter Grammen betrug die Zahl der Athemzüge für 10 Secunden 31, eine Minute nach der Entlastung bei dreimaligen, schnell hinter einander folgenden Zählungen 26, sodann 29 und 28.

7 Minuten nach der Entlastung wurde das Thier laryngoskopirt. Der Kehlkopf zeigte keine Veränderung in der Beweglichkeit und Stellung der Stimmbänder; die Stimme war normal. Das Thier selbst verhielt sich ruhig und athmete ziemlich oberflächlich.

Es wurde nun 5 Minuten lang eine stärkere Dehnung vorgenommen, und zwar:

1/2 Minute lang mit 70 Gr.,
1 1/2 Minuten „ „ 80 „ — Zahl der Athemzüge für 10 Sekunden 28 bis 29,
3/4 Minute „ „ 90 „
ca. 1 „ „ „ 100 „ — Zahl der Athemzüge für 10 Sekunden 34,
ca. 1 „ „ „ 120,
wenige Sekunden „ 130.

Bei der lezten beträchtlichen Belastung wurde das Thier unruhig; der Nerv zeigte sich nach der Dehnung verlängert und etwas geschlängelt.

5 Minuten nach der Entlastung des Nerven wurde das Thier, das vollkommen ruhig blieb, laryngoskopisch untersucht. Die Glottis während der Respiration war ziemlich weit; eine einmalige Messung ergab für den Abstand der vorderen Enden der Aryknorpel am Ende der Inspiration 4,88^{mm} (beim intakten Thier 7,9^{m}). Das gesunde linke Stimmband machte bedeutendere Excursionen, als das rechte, was besonders bei stärkerem Athmen hervortrat. Die Intonationsstimmrize erschien linear; die Stimme war normal.

Es wurde nun, 1 Stunde nach der ersten Dehnung, eine dritte, sehr starke, vorgenommen. Diese konnte, weil die Capacität der kleinen Wagschale blos für eine mässige Zahl von Gewichten ausreichte, nur in der Art ausgeführt werden, dass der Nerv mittelst eines stumpfen Hakens stark emporgehoben wurde, wobei der leztere, um Knickungen zu vermeiden, längs des blossgelegten Nerven hin- und hergeschoben werden musste. Der Grad der Dehnung ist somit in diesem Falle leider nicht näher zu messen, jedenfalls aber war die Einwirkung viel stärker, als bei den früheren Applicationen der Gewichte; es zeigte sich auch der Nerv, nach der Dehnung, stark verlängert und geschlängelt. — Die nach Schliessung der Halswunde vorgenommene Untersuchung constatirte, dass das rechte Stimmband viel weniger beweglich war, als das linke, und, zumal bei stärkerem Athmen, weniger ausgiebige Excursionen machte, als das gesunde. Die Intonationsglottis zeigte eine, jedoch nur sehr geringe, Knickung nach der afficirten Seite; am Stimmton war nichts Abnormes zu bemerken.

Am folgenden Tage fand sich immer noch grössere Beweglichkeit des rechten Aryknorpels und öfters Intonationsstellung der Stimmbänder ohne Stimmbildung, eine Erscheinung, die übrigens auch bei ganz normalen Thieren vorkommt. Die Respirationsglottis zeigte häufig eine rhomboidale Form, wobei die hinteren Schenkel des Rhombus von den Giessbeckenknorpeln, die vorderen von den beiden hinteren Dritteln der Stimmbänder gebildet werden, während deren vordere Drittel in der Medianlinie zusammenstossen.

Der dritte Tag ergab eine vollständige restitutio in integrum. Auch die Sensibilität war auf beiden Stimmbändern gleich. Auffallend waren jedoch die verschiedenen Gestalten der Glottis beim Athmen; diese erschien bald rhomboidal, bald deutlich birnförmig (das spizige Ende nach vorne gerichtet), bald zeigte sich eine, häufig auf die rhomboidale Form folgende, unregelmässig viereckig begrenzte Öffnung.

Diese Erfahrung, dass der Nervus vagus der Kaze eine Dehnung durch bedeutende Gewichte erträgt, ohne nachfolgende Lähmungserscheinungen, und dass erst eine starke Steigerung der Dehnung eine vorübergehende Parese zu Stande bringt, bestätigt auch für die Nervenfasern des Larynx die Beobachtungen von Valentin [1]) und Schleich [2]) über die unerwartet geringen Folgen, welche die Dehnung, wenn sie ein gewisses Mass nicht überschreitet, nach sich zieht. Wir können daraus mit Bestimmtheit folgern, dass Geschwülste, die den Vagus treffen, wohl kaum durch Verlängerung und Dehnung des Nerven, sondern mehr durch wirklichen Druck Lähmungserscheinungen hervorbringen.

---

1) Physiologische Pathologie der Nerven, II, 236—245.
2) Zeitschrift für Biologie. Band VII, 1871, pag. 379.

VII. Application von gesättigter Kochsalzlösung auf den Nervus vagus. Vorübergehende oder bleibende Stimmbandlähmung.

Versuch I. Das bei der ersten Untersuchung sehr unruhige Versuchsthier, eine 1,96 Kgr. schwere Käzin, begleitete jede Exspiration mit einem Stimmton. Die processus vocales der Aryknorpel waren auffallend weisslich und bildeten einen starken Knick nach einwärts. Die Intonationsstimmrize war etwas breiter, als gewöhnlich (Breite ungefähr $= {}^{1}/_{4}{}^{mm}$), was dadurch bedingt war, dass das rechte Stimmband in der Intonationsstellung eine minimale Concavität zeigte, also mit seinem inneren Rande nicht genau linear verlief.

Tags darauf wurde rechterseits der N. vagus unterhalb des Kehlkopfes blossgelegt und mit einer gesättigten Kochsalzlösung bepinselt, von welcher heftige Wirkungen zu erwarten waren; die alsbald vorgenommene laryngoskopische Untersuchung ergab keine Spur von Reizerscheinungen, sondern das Bild der einseitigen Recurrenslähmung. Der rechte Aryknorpel bildete mit der Medianlinie einen sehr spizigen Winkel; das Stimmband derselben Seite war vollständig unbeweglich und stand in der bekannten Cadaverstellung der Mittellinie viel näher als das der gesunden Seite. Bei der durch tiefere, unreine, heisere Stimme charakterisirten Intonation zeigte die rima glottidis einen starken Knick, indem die Knorpelglottis mit der Stimmbandglottis einen stumpfen, gegen die gesunde linke Seite geöffneten Winkel bildete; dabei trat die oben erwähnte Concavität des rechten Stimmbandes noch deutlicher, als beim intakten Thier, hervor.

Schon 15 Minuten nach Application der Salzlösung machte sich eine schwache Beweglichkeit des rechten Aryknorpels bemerklich, die auffallend rasch, innerhalb 1 Minute, dem normalen Zustande Plaz machte. Die Intonationsstimmrize zeigte wieder die Eingangs beschriebene Form, und die Töne waren höher und reiner geworden.

Der rechte Vagus wurde nun zum zweiten Male, und zwar reichlicher, mit derselben Kochsalzlösung bepinselt. Das Thier war nach der Bepinselung sehr ruhig und intonirte nur selten. Die Wirkung des Kochsalzes war, wie bei der ersten Application, eine Recurrenslähmung, aber intensiver, als das erste Mal. Zwar waren schon nach ungefähr 15 Minuten die anfangs tieferen und heiseren Töne etwas höher und reiner geworden; am gelähmten Stimmband aber zeigte sich 25 Minuten nach dem Bepinseln noch keine Änderung. — Die nach einer Pause von 35 Minuten, also 1 Stunde nach der (zweiten) Bepinselung, vorgenommene laryngoskopische Untersuchung ergab eine wesentliche Besserung. Die Knickung der Intonationsstimmrize bestand noch, freilich in vermindertem Grade, so dass der rechte Aryknorpel nicht ganz bis zur Mittellinie vorrückte. Das vorher gelähmte rechte Stimmband machte aktive Bewegungen, allerdings schwächer als das linke, gewann aber noch während der Untersuchung an Beweglichkeit. Nach weiteren 50 Minuten vollführte das rechte Stimmband schon ziemlich energische Bewegungen, und die Form der Intonationsstimmrize hatte sich der normalen noch mehr genähert.

Die am folgenden Tage, $16^1/_2$ Stunden nach der (zweiten) Bepinselung angestellte Untersuchung constatirte eine weitere Besserung. Zwar war die Stimme noch etwas heiser, aber die Asymmetrie des rechten

Aryknorpels und in Folge dessen der Knick bei der Intonation, war geringer geworden. Das gesunde Stimmband machte bei stärkerem Athmen während der Exspiration öfters zwei rasch auf einander folgende Excursionen, während das rechte bloss eine einzige vollführte. — Die durch leichtes Überstreichen mit einem trockenen Pinsel gereizten Stimmbänder veranlassten auf der gesunden linken Seite stärkeren und häufigeren Reflexhusten.

Der dritte Versuchstag zeigte noch dasselbe Bild; nur erschien die Reaktionsdifferenz beider Stimmbänder geringer als am Tage zuvor.

Am fünften Tage war die Stimme wieder rein; die Asymmetrie des rechten Aryknorpels ganz gering; die beiden Stimmbänder zeigten bei Berührung keine merkliche Differenz in der Reaktion. Dieser Zustand fand sich am übernächsten, siebenten Versuchstage noch unveärndert.

Eine lezte Untersuchung am zehnten Tage nach Applicirung des Kochsalzes, liess nur noch eine ganz minimale Asymmetrie des rechten Giessbeckenknorpels erkennen; an der Intonationsstimmrize konnte eine Knickung kaum mehr wahrgenommen werden.

Diese Erfahrung zeigt, dass die Wirkungen heftiger, bis zur Stimmbandlähmung gesteigerter Eingriffe auf den Nerven gleichwohl auffallend schnell wieder dem Normalzustand Plaz machen können, sie forderte mich aber auch zu einem zweiten Versuche auf, wobei die Einwirkung des Kochsalzes bedeutend gesteigert wurde.

Versuch II. Das Versuchsthier, ein 2,98 Kgrm. schwerer Kater, intonirte fast bei jeder Exspiration, wobei der sichtbare Theil der Stimmrize durch die sich berührenden processus vocales in 2 Segmente, ein kleineres vorderes und ein grösseres hinteres getheilt war.

Es wurde an dem Thiere rechterseits der Vagus unterhalb des Ringknorpels blossgelegt und 3 Minuten lang, anfangs mit gesättigter Kochsalzlösung, später mit fein gepulvertem Kochsalz imprägnirt. Das noch nicht gelöste Salz wurde mittelst eines Wasserstromes entfernt, und das Thier wenige Minuten nach Beginn der Application des Salzes laryngoskopirt. Gleich nach der Application war die Stimme merklich tiefer geworden; der Larynx selbst gab folgendes Bild: Aryknorpel und Stimmband rechterseits ganz unbeweglich und der Medianlinie genähert; die Intonationsstimmrize geknickt nach der kranken Seite und wie beim intakten Thier durch die processus vocales in 2 ungleiche Segmente getheilt. Die anfangs tiefere und heisere Stimme wurde schon nach kurzer Zeit höher und reiner, und c. 15 Minuten nach Application des Salzes stellte sich auch eine schwache Beweglichkeit des rechten Aryknorpels ein.

Es wurde nun, eine halbe Stunde nach der ersten Application eine neue Quantität gepulverten Kochsalzes auf den Vagus gebracht und die Wunde durch 3 Nähte geschlossen. Die Stimme war sofort tiefer geworden, nahm aber im Verlaufe weniger Minuten an Höhe und Reinheit wieder zu. Die laryngoskopische Untersuchung zeigte totale Unbeweglichkeit des rechten Aryknorpels und Stimmbandes, das der Medianlinie noch näher stand, als bei der ersten Application. Die Inspirationsglottis war, da das Thier ruhiger athmete, etwas enger als zuvor. Der Abstand der vorderen Enden der Aryknorpel, der beim intakten Thiere am Ende der Inspiration 6,1^{mm} betragen hatte, war auf 4,8^{mm} vermindert, und zwar stand der linke Aryknorpel 3,0^{mm}, der gelähmte rechte nur 1,8^{mm} von der Medianlinie entfernt.

Während der folgenden zwei Stunden änderte sich in diesem Bilde nichts, ausgenommen, dass die Stimme

immer höher wurde und bloss noch eine kaum mehr merkliche Unreinheit zeigte.

Nach 5½ Stunden wurde der Larynx von Neuem untersucht. Es zeigte sich eine reichliche Speichel- und Schleimsecretion. Der rechte Aryknorpel sammt Stimmband nahm eine der Medianlinie auffallend genäherte Stellung ein, daher auch die Intonationsstimmrize eine nur mässige Knickung zeigte. Die Stimme war wieder etwas heiser; eine Prüfung auf Sensibilität der Stimmbänder war wegen der profusen Secretion nicht möglich.

Das Thier, dessen Wunde in den nächsten Tagen sehr stark eiterte, und das vorübergehend auch Unwohlsein und verminderte Fresslust zeigte, bot bis zur Tödtung stets dasselbe laryngoskopische Bild dar, also namentlich die totale Unbeweglichkeit und annähernd mediane Stellung des rechten Aryknorpels. Regelmässig stellte sich kurze Zeit nach Beginn der Laryngoskopirung eine höchst reichliche Schleim- und Speichelsecretion ein, die eine fernere Untersuchung fast unmöglich machte. — Die Stimme war nicht besonders unrein; in der Sensibilität der Stimmbänder liessen sich am vierten Versuchstage keine wesentlichen Differenzen wahrnehmen.

Am sechsten Tage nach Application des Kochsalzes wurde der Kater durch Leuchtgas getödtet und gleich darauf eine miskroskopische Untersuchung der betreffenden Nerven vorgenommen. — Die Fasern des Vagus waren oberhalb der Applicationsstelle des Salzes normal unterhalb derselben zeigte das Nervenmark zahlreiche paarige Einkerbungen und in den Fasern mit weiter fortgeschrittener Entartung bereits viereckige bis rundliche Abtheilungen; in einzelnen Fasern war ausserdem an gewissen Stellen ein deutlicher moleculärer Zerfall des Markes bemerkbar. Im Recurrens waren die vier-

eckigen Abtheilungen im Marke länger und etwas dicker als im Vagusstamme; von einem moleculären Zerfall war noch nichts wahrzunehmen, zum Beweis, dass die Degeneration im Recurrens noch nicht so weit gediehen war, als im Stamme des Vagus [1]). Es zeigte sich beim ersteren im Wesentlichen das Bild, welches Valentin [2]) als vierte Stufe der Entartung, nemlich die der gesonderten Vierecke, beschreibt [3]).

VIII. Elektrische Reizung des Nervus recurrens.

Paresen und Paralysen von Kehlkopfmuskeln sind als stationäre Zustände der laryngoskopischen Beobachtung leicht zugänglich; auch hat G. Schmidt in seiner oben citirten Monographie zahlreiche experimentelle Fälle von Lähmung einzelner oder mehrerer Kehlkopfmuskeln an der Kaze laryngoskopisch genau untersucht. Viel grösser sind selbstverständlich die Schwierigkeiten für die laryngoskopische Beobachtung bei der elektrischen Reizung der Muskeln oder Nerven des Kehlkopfes. Die Unruhe des Versuchsthieres, die oft nur momen-

1) Schiff (Physiologie, Lahr 1858, pag. 115) gibt an, dass in den feinsten Ästchen der Nerven die Entartung, wenn sie gleichzeitig mit der des Nervenstammes anfange, rascher fortschreite.

2) Physiologische Pathologie der Nerven. Leipzig und Heidelberg 1864. I, 41.

3) Obschon der Sympathicus cervicalis vom Vagus in gehöriger Strecke getrennt worden war, so konnte doch die Kochsalzwirkung nicht auf den lezteren beschränkt werden. Die rechte Pupille war sehr eng und elliptisch, ähnlich wie nach Durchschneidung des Grenzstranges; dabei thränte das rechte Auge beständig und schob sich dessen membrana nictitans fast bis zur Hälfte über den Augapfel her. — Die Sektion ergab normale Nervenfasern des Sympathicus unterhalb der Applicationsstelle des Kochsalzes, dagegen ziemlich vorgeschrittene Degeneration in der Richtung gegen den Kopf.

tanen oder doch bald vorübergehenden Erscheinungen sind grosse Hindernisse für die sichere Beobachtung. —

Es folgen hier zwei merkwürdige Fälle von einseitigem Krampf des Glottiserweiterers mit entsprechender Verbreiterung der Glottis und nachträglicher Stimmbandlähmung, die allmälich wieder in den normalen Zustand übergieng.

Versuch I. An einer 3,93 Kgr. schweren Käzin wurde der linke Nervus recurrens unterhalb des Ringknorpels aufgesucht, leicht vorgezogen und auf die, mit einem gewöhnlichen Induktionsapparat in Verbindung stehenden, gut isolirten, Elektroden gelegt. Momentanschläge, hervorgebracht durch einmaliges Abheben des Selbstunterbrechers von der Stellschraube, beantwortete der linke Aryknorpel regelmässig mit einer ziemlich starken (inspiratorischen) Auswärtsrotirung, so dass die linke Hälfte der Glottis eine erheblich grössere Breite zeigte, als die rechte. Diese Bewegung war, dem momentanen Reiz entsprechend, von kürzester Dauer, und kehrten Aryknorpel sammt Stimmband sogleich wieder in die zur rechten Seite symmetrische Stellung zurück.

Wurden schnell auf einander folgende Induktionsschläge angewandt, so machte der linke Aryknorpel eine grössere Auswärtsbewegung und verharrte während der, jeweils 6—12 Sekunden dauernden, Reizungen in der entsprechenden starken Inspirationsstellung, eine Erfahrung, welche auch für diesen Nerven zeigt, dass eine Reihe schnell auf einander folgender Schläge eine stärkere Muskelverkürzung auslöst, als ein einziger Schlag. Der Glottisrand des linken Stimmbandes war während der Reizung in Folge der gleichzeitigen Thätigkeit des Stimmbandmuskels weniger concav gegen die Medianebene, als in der Inspirationsstellung und bot einen

mehr linearen Verlauf. Unterdessen bewegte sich der rechte Giessbeckenknorpel in denselben Grenzen, wie bei gewöhnlichem Athmen.

Die fortgesezte Reizung des linken Recurrens verhinderte jedoch das Thier nicht, während derselben häufig zu intoniren, wobei aber blos das Stimmband der nicht gereizten Seite aktive Bewegungen machte, und das linke dem rechten nicht im Geringsten entgegenkam. Bei Reizung sämmtcher Recurrensfasern überwiegt demnach die Thätigkeit des Musc. crico-arytænoideus posticus derartig, dass die gleichzeitige Reizung der Nerven der viel schwächeren Glottisschliesser dagegen nicht aufkommen kann. Dies ist auch dann noch der Fall, wenn zur vorhandenen elektrischen Reizung die Intonationsinnervation sich gesellt; auch jezt ist die Wirkung des Crico-arytænoideus post. die grössere und der entsprechende Aryknorpel bleibt, wie erwähnt, völlig unbeweglich. Da demnach Aryknorpel und Stimmband der linken Seite durch die Reizung in starker Inspirationsstellung fixirt waren, so konnte die Intonationsstimmrize nur durch eine sehr ausgiebige Bewegung des rechten Aryknorpels und Stimmbandes, über die Medianlinie hinaus, gebildet werden. Die Stimmrize zeigte demgemäss einen Knick nach der gereizten Seite, also im Wesentlichen dasselbe Bild, wie bei der linksseitigen Recurrenslähmung, nur mit dem Unterschiede, dass in Folge der starken Auswärtsdrehung des linken Aryknorpels die Knickung eine bedeutendere war. Das rechte Taschenband war, indem es den Bewegungen des Aryknorpels folgte, offenbar sehr stark gespannt und erschien auffallend breit. Die Stimme während der Nervenreizung war kräftig und in der Höhe nicht im Geringsten alterirt (— die häufigste, mit Hilfe des Monochords ermittelte Tonhöhe war, wie vor der Reizung,

f' —), dagegen war sie öfters zitternd (etwa 3 bis 4 Tremoli pro Sekunde).

Die Intonationsstimmrize ist so schmal, wie im normalen Zustand, während sie bei einseitiger Recurrenslähmung ein wenig breiter ist; auch ist bei lezterer bekanntlich die Stimme etwas schwächer und weniger rein, als normaliter.

Nach Aufhören der Reizung machte der linke Arykuorpel wieder normale, mit denen der rechten Seite durchaus symmetrische Bewegungen.

Obwohl der Nerv in keiner Weise gezerrt und zur Verhütung des Vertrocknens öfters befeuchtet wurde, so stellte sich doch ca. 20 Minuten nach Beginn des Versuches eine Asymmetrie des linken Aryknorpels ein[1]), der sich der Medianlinie näherte, anfangs noch bei der Reizung nach aussen rotirte, schliesslich aber auch stärkere Induktionsschläge unbeantwortet liess und im Allgemeinen sammt dem zugehörigen Stimmband die Stellung bei Recurrenslähmung einnahm.

Die 18 Stunden später vorgenommene Untersuchung ergab eine Parese des Recurrens. Der bei der Athmung in der Regel unbewegliche Aryknorpel machte bisweilen schwache Excursionen; am Ende einer Inspiration betrug der Abstand der vorderen Enden der Aryknorpel bloss 4^{mm}, während er beim intakten Thiere $= 6{,}1^{mm}$ gewesen war. Während der Exspiration schlug der gesunde Aryknorpel bisweilen mehrere Male schnell hintereinander mit eigenthümlich klapperndem, schwachem Geräusch an den linken an; andere Male kam es vor, dass das rechte Stimmband, in offenbarem Übergange zur Intonation, die entsprechende ausgiebige Stellung

1) Dass ein so dünner Nerv, wie der Recurrens der Kaze, wenn er längere Zeit dem Luftcontakt ausgesezt ist, in seiner Leistungsfähigkeit beeinträchtigt werden muss, ist leicht begreiflich.

nicht erreichen konnte und wieder zurückgieng, ja unter Umständen diese Bewegungen zwei-, dreimal fruchtlos, d. h. ohne genügenden Stimmrizenverschluss hervorzubringen, wiederholte, eine Erscheinung, die übrigens auch normaliter vorkommen kann.

Bei Berührung des linken Stimmbandes war die Reaktion, Hustenbewegungen etc., geringer, als auf dem rechten.

Die Stimmrize bei der Intonation war geknickt; beide Aryknorpeln wurden aber deutlich aufgerichtet; die Stimme war etwas heiser und tiefer (häufigster Ton = c').

Nach weiteren 20 Stunden hatte sich ein profuser Katarrh des Rachens eingestellt; die Differenz der Reaktion bei Berührung beider Stimmbänder war nicht mehr so bedeutend; im Übrigen war das Bild dasselbe wie am Tage zuvor.

Das Thier starb aus unbekannter Ursache und ohne dass die Sektion nennenswerthe Veränderungen am Larynx ergab, am sechsten Tage nach dem Versuch; in den Fasern des Recurrens liessen sich mit Bestimmtheit keinerlei anatomischen, eine beginnende Degeneration anzeigenden, Veränderungen nachweisen.

Nach den Erfahrungen, welche die früher geschilderten Nervenparesen ergeben haben (vgl. Absch. VI und VII), und besonders auf Grund des folgenden Versuches, dürfen wir annehmen, dass die Lähmung des Nerven, wenn das Thier noch länger gelebt hätte, sich wesentlich gebessert, oder gar der Norm Plaz gemacht hätte.

Versuch II. Ein zweiter, mit kurzen Unterbrechungen 20 Minuten dauernder Reizversuch wurde an dem linken Recurrens eines 2,79 Kgr. schweren Katers vorgenommen.

Momentanschläge bewirkten, wie beim vorigen Versuchsthier, einmalige, kurz dauernde Auswärtsrotirung des linken Giessbeckenknorpels. Bei schnell wiederholten Schlägen gieng der linke Aryknorpel in die Inspirationsstellung über und verblieb während der Reizung entweder in derselben oder machte öfters leichte zitternde Bewegungen[1]). Der Stimmton war wiederum zitternd; die häufigsten Tonhöhen lagen, wie vor dem Versuch, zwischen g' und a'. Das normale Stimmband, um die Intonationsglottis herzustellen, muss also, in grössere longitudinale, besonders aber transversale Spannung gerathen, während die Transversalspannung des spamodischen Bandes erheblich abgenommen hat.

Im Wesentlichen stimmten die Erscheinungen bei diesem Versuche genau mit denen des oben beschriebenen überein, und auch hier trat nach 20 Minuten eine Parese des Nerven ein, wesshalb der Versuch unterbrochen und die Wunde durch Nähte geschlossen wurde.

Die Untersuchung am folgenden Tage ergab Unbeweglichkeit des linken, ziemlich medianwärts stehenden Aryknorpels beim Athmen; er konnte aber bei der, mit leichter Knickung der Stimmrize verbundenen Intonation nach rückwärts aufgerichtet werden. Die Glottisplatte des linken Giessbeckenknorpels zeigte eine eigenthümliche, mir nicht erklärbare (s. übrigens § 1 Anm.) Gestaltveränderung, indem das Vorderende derselben nach aussen concav gekrümmt erschien.

Die Stimme war von normaler Höhe und Reinheit. Berührung der Stimmbänder rief auf der kranken Seite eben so starke Reflexbewegungen hervor, wie auf der gesunden.

---

1) Diese Bewegungen dürften wohl eher von Schwankungen des Contractionszustandes des Musc. crico-arytaenoideus post., als von Wechselzuständen der Glottisschliesser abhängen.

Am dritten Versuchstage war in der Unbeweglichkeit des linken Aryknorpels nichts verändert; der Abstand der vorderen Enden beider Aryknorpel war = 4,27mm (in der Norm 6,7—7,3mm); bei der Intonation durchmass das vordere Ende des rechten Aryknorpels eine Strecke von 4,8mm.

Erst am 5. Versuchstage konnte eine zeitweilige geringe Beweglichkeit des linken Aryknorpels während des Athmens nachgewiesen werden; bei der Intonation war derselbe aufrichtbar, die Stimmrize aber immer noch etwas geknickt.

Grössere Beweglichkeit des Aryknorpels stellte sich erst am 19. Versuchstage ein, wo auch die paretische Knickung der Intonationsstimmrize auf ein Minimum reducirt war. Der häufigste Stimmton war *g'*.

Drei volle Wochen nach dem Reizversuche hatte der linke Giessbeckenknorpel seine normale Beweglichkeit und die Stimmrize bei der Intonation ihre normale lineäre Gestalt in der Medianlinie wieder erlangt. Es kam oft vor, dass das linke Stimmband während des Athmens stärkere Excursionen machte, als das rechte, oder sich bewegte, wenn dieses in Ruhe verblieb. Eine derartige Ungleichheit der respiratorischen Bewegungen kommt auch normaliter dann und wann vor, ohne etwas Auffallendes zu haben; merkwürdig jedoch ist in unserem Falle, dass das früher paretische Stimmband während der Convalescenz mehr leistete, als das gesunde.

Eine Verwechslung des Larynxbildes der einseitigen Recurrenslähmung mit der Recurrensreizung wäre nach dem Geschilderten bloss im Momente der Intonation möglich. Gleichwohl wird es nicht überflüssig sein, wenn ich die wesentlichsten Symptome einander gegenüberstelle:

Einseitige Recurrenslähmung.	Einseitige Recurrensreizung.
Athmungs-Stellung. Aryknorpel und Stimmband der Medianlinie erheblich genähert (Cadaverstellung), d. h. die entsprechende Hälfte des Glottisraumes ist verschmälert.	Athmungs-Stellung. Aryknorpel und Stimmband während der Reizung in starker Inspirationsstellung, d. h. die entsprechende Hälfte des Glottisraumes ist bedeutend breiter.
	Stimmbandrand mehr linear.
Aryknorpel und Stimmband völlig unbeweglich.	Aryknorpel entweder unbeweglich (Tetanus), oder in kleinen zitternden Bewegungen (clon. Krämpfe).
Intonationstellung. Stimmrize geknickt nach der gelähmten Seite und ein wenig breiter, als in der Norm.	Intonationstellung. Stimmrize von norm. Feinheit, aber geknickt nach der spasmodischen Seite; Knickung stärker, als bei der Recurrenslähmung
Stimmband wegen seiner Entspannung unfähig in normale Schwingungen zu gerathen.	Stimmband vibrationsfähig.
Stimme ein wenig heiser, unreiner, etwas tiefer und schwächer.	Stimme rein, stark und ohne Minderung der Tonhöhe. Stimmton entweder constant oder tremolirend.

Der mit starker Auswärtsrotirung des Aryknorpels und entsprechender Entfernung des Stimmbandes von der Medianlinie verbundene Krampf des Glottisöffners

(Crico-arytænoideus posticus) kann natürlich keine Athmungsstörung veranlassen, da die entsprechende Glottishälfte weiter ist, als normaliter. Da ferner auch die Stimme, troz der in hohem Grade abnormen Configuration der Glottis, rein und normal hoch ist, so würde ein solcher Zustand kaum Anlass zur ärztlichen Beobachtung geben. Vielleicht wären es störende Sensationen im Kehlkopf, oder das Tremolirende der Stimme, was dem Kranken auffallen könnte. Laryngoskopisch gut beobachtete Fälle von Muskelkrämpfen des Kehlkopfes sind überhaupt nicht viele bekannt; alle aber gehören in das Kapitel „Glottiskrampf", der mit Verengerung der Stimmrize und starken Respirationsbeschwerden einhergeht, so beschreibt z. B. Türk in seiner Klinik der Krankheiten des Kehlkopfes, pag. 432 ff., einige derartige Fälle. Ein Zustand aber, der auf unser geschildertes Larynxbild passte, findet sich nirgends verzeichnet; höchstens liesse sich etwa hierher rechnen die Beobachtung von W. O. Leube[1]), der bei direkter Reizung eines (paretischen?) Crico-arytænoideus „leichte Bewegungen im hinteren Theil des betreffenden Stimmbandes nach aussen" constatiren konnte.

---

1) Versuche über localisirte Faradisation der Kehlkopfmuskeln. Tübinger Inauguraldissertation 1866.